

К ВОПРОСУ О РОЛИ ЛИТИЯ В ОРГАНИЗМЕ

Ч.А. Тукембаев, П.П. Валуйский, И.А. Васильев
Кыргызско-Российская академия образования
720071, Бишкек, Чуйский проспект, 265 а

Масс-спектрометрическим анализом определено избыточное содержание изотопов гелия ^3He и ^4He в организмах, что вызвано присутствием изотопа лития ^6Li . Литий при нагревании в организме соединяется в первую очередь с радиоуглеродом ^{14}C и защищает его от нейтронного излучения. Это обусловлено тем, что сечение реакции $^6\text{Li}(n,\alpha)\text{T}$ составляет 945 барн, а сечение реакции $^{14}\text{C}(n,g)^{15}\text{C}$ - менее 200 барн. Реакция $^6\text{Li}(n,\alpha)\text{T}$ дает оба искомых изотопа гелия, так как тритий-Т превращается по β -распаду в ^3He .

Тукембаев Ч.А. – помощник ректора Кыргызско-Российской академии образования.

Область научных интересов: магнетогидротермодинамика, ядерная геофизика, биофизика.

Автор 33 научных работ, в том числе 1 монографии и 10 изобретений.

Васильев И.А. – заведующий радиолaborаторией Института физики НАН КР.

Область научных интересов: радиация, физика эксперимента на легких и трансурановых ядрах.

Автор 80 научных работ.

Валуйский П.П. – ректор Кыргызско-Российской академии образования, академик АПСН России.

Область научных интересов: биологическая генетика, физиология обмена веществ, микробиоконверсия.

Автор 48 научных работ, в том числе 5 монографий.

ВВЕДЕНИЕ

Установление профилактического действия солей лития и внедрение их в психиатрическую практику является значительным достижением биохимической терапии. Роль лития как психотропного вещества для организма открыта эмпирически австралийским психиатром Cade (1949), но до сих пор неясна и вызывает особый интерес [1]. Роль лития в миелосупрессии (анемии, лейкопении, тромбоцитопении, иммунодефиците и др.) исследована [2]. Выявлено, что соли лития: 1) предупреждают развитие опухолевых процессов у таких больных и 2) являются протектором, так как резко подавляют миелополоз и лейкопению при назначении комплекса лития сукцината и аспаргина в течение 20 дней до рентгеновского облучения. Радиозащитный эффект цианистого натрия и серотонина, т.е. протекторов, впервые установлен в 1949 году [3]. Перед

облучением в летальных дозах введение цианистого натрия мышам (5 мг/кг) повышало их выживаемость по сравнению с контрольным экспериментом.

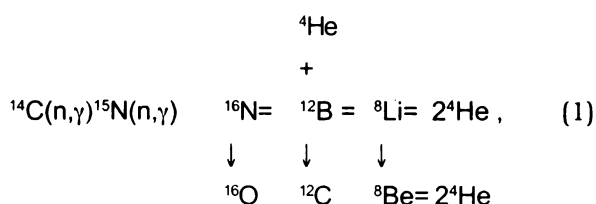
Литий содержится в плазме крови и, главным образом, в печени и легких. Он снижает содержание серотонина и норадреналина в тканях мозга. Серотонин содержится почти во всех тканях организма, но в высокой концентрации – в желудочно-кишечном тракте, в тканях легких и мозга. Серотонинэргическая реакция – это классическая реакция страха или самосохранения, противоположная адренэргической реакции агрессии, вызываемой адреналином [4, 5].

В работе [6] установлено действие форбуш-спадов нейтронной компоненты вторичного космического излучения на мышей при убыли вектора магнитного поля Земли на 25 % в испытательной камере. По сравнению с контрольной группой мас-

са тела подопытных мышей падала на 30 %, а некоторые мыши погибали.

В статье [7] исследовано разрушение лития в процессе фотоядерной реакции, где показано: при β^- -распаде ^{16}N энергия γ -квантов такова, что превышает фотоядерный порог одного из изотопов лития ^6Li (5.35 МэВ). Это инициирует выброс серотонина и норадреналина, а потому ректальный выброс и падение массы тела мышей.

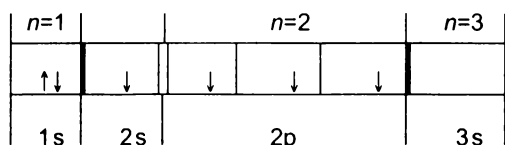
Радиационный захват нейтронов (n) радиоуглеродом (среди важнейших для организма химических элементов (ВОХЭ) [8] ^{14}C имеет предельно большое сечение радиационного захвата $\sigma < 200$ барн) ведет к разрушению ^{14}C в организме и наработке тяжелого азота ^{15}N по формуле цепной бифуркации ядра [7]



где стрелки обозначают β^- -распад. После активации тяжелого азота излучаются γ -кванты с энергией до 13 МэВ, разрушающие практически все изотопы ВОХЭ.

Для подтверждения формулы (1) мы исследовали содержание гелия в организме. Масс-спектрометрическим анализом обнаружено избыточное содержание изотопов гелия по сравнению с его стандартным содержанием (^3He -0.00013 %; ^4He -99.99987 %). Гелий является инородным веществом для организма. Тогда возникает вопрос: каковы причины избыточного, непрерывного накопления гелия в организмах и, в особенности, легкого изотопа ^3He ?

По Либби [9], на поверхности Земли образуется 2.6 тепловых н/см²·с, энергия которых 0.5 эВ. Они создают радиоуглерод по реакции $^{14}\text{N}(n,p)^{14}\text{C}$.



где n -главное квантовое число. Слева изображены состояния 4-валентного, а справа — 6-валентного углерода.

Изменение валентности ^{14}C в $^{14}\text{CO}_2$ приводит к разрушению химических связей в $^{14}\text{CO}_2$ и соединению лития с радиоуглеродом, что и происходит в легких и печени, где наибольшее содержание лития. В этом случае радиоуглерод будет прозрачен для проходящего света, так как он про-

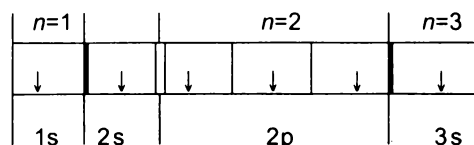
а сечение этой реакции равно 1.75 ± 0.05 барн. Так как радиоуглерод более активный, чем стабильные изотопы ^{12}C и ^{13}C , то его реакция с кислородом дает $^{14}\text{CO}_2$ – углекислый газ с радиоактивным углеродом, который поступает в организмы и восполняется только из $^{14}\text{CO}_2$ в процессе дыхания и через пищу. Радиоуглерод, период полураспада которого $T=5730$ лет, является основой отличия органики от неорганики по радиоуглеродному методу датирования Либби [9].

Какова биологическая, а точнее биофизическая, роль лития, и в первую очередь его изотопа ^6Li , с позиций ядерной физики?

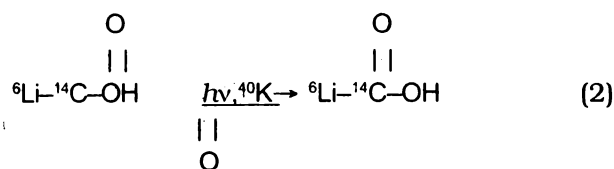
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ

Нагрев радиоуглерода при поступлении в легкие обуславливает реакцию лития как щелочного элемента в первую очередь с ^{14}C углекислого газа с радиоактивным углеродом и отщепляет его от кислорода, так как ^{14}C химически активней, чем ^{12}C и ^{13}C , и более смещен, по сравнению с ними, в кислую сторону. В результате кровь обогащается кислородом, а ^{14}C , связанный литием, поступает в организм. Аналогичный процесс происходит в печеночной системе кровообращения при преформации пищи.

Потенциал ионизации $^{14}\text{CD}_3$ на кривой мультиплета массового числа $A=20$ находится в минимуме, но потенциал $^{12}\text{CD}_4$ – в максимуме, поэтому ионизация атомов ^{14}C требует γ -квантов малых энергий. Тело человека содержит 14 мг радиокалия ^{40}K , сосредоточенного в эритроцитах, что вызывает ~4000 распадов/с и излучение γ -квантов, энергия которых равна 1.4608 МэВ. Этой энергии достаточно для: 1) образования электронно-позитронных пар, что вызывает излучения более низких энергий и радиолиз воды [10], и 2) возбуждения электрона в 1s-состоянии настолько, что он попадает в 3s-состояние, поэтому изменяется валентность радиоуглерода с 4 на 6:



светляется. Изложенное можно сформулировать на примере карбоксильной группы COOH , биокарбонатов организма, в виде реакции



где h – постоянная Планка, ν – частота падающего света или излучения ^{40}K . Слева 4-валентный радиоуглерод в группе $^{14}\text{COOH}$ соединен одновалентной связью с изотопом лития ^6Li , справа (от стрелки) – после ионизации ^{14}C становится 6-валентным и присоединяет атом кислорода. Следовательно, осуществляется транспорт кислорода: темно-красная венозная кровь в легких просветляется до алого цвета, обогащается кислородом, который переносится 6-валентным радиоуглеродом. Левая часть формулы (2) в дальнейшем обозначена в виде $^6\text{Li}^{14}\text{COOH}$, а правая — $^6\text{Li}^{14}\text{COOOH}$. Группа COOH является следствием радиолитиза воды радиокалийем, в результате которого получаем перекись водорода HOOH .

Минимальная площадь поперечного сечения человека равна 400 см^2 , поэтому человек облучается 1000 тепловыми n/c , или $3.15 \cdot 10^{12}\text{ н/год}$, что в пересчете на средний вес (70 кг) составляет $\sim 40\text{ мбэр/год}$. Естественный фон в восточной Европе колеблется в пределах $70\text{--}200\text{ мбэр/год}$, на территории СНГ, Франции, Швеции и США достигает $200\text{--}350\text{ мбэр/год}$, а предельно допустимая доза равна 5 бэр/год [8].

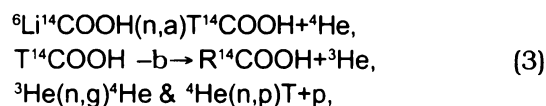
При облучении 1000 тепловыми n/c судя по формуле (1), быстро разрушится практически весь радиоуглерод в организме. В жизненно важных органах (белках, ДНК) восполнение ^{14}C не может происходить мгновенно (через дыхание или пищу), поэтому изотоп лития ^6Li несет предохраняющую радиоуглерод функцию, вступая с радиоуглеродом в химическую связь. Это обосновано сечением реакции $^6\text{Li}(n,\alpha)\text{T}$, которое равно 945 барн [11], что больше сечения реакции $^{14}\text{C}(n,g)^{15}\text{N}$ (200 барн), следовательно, со 100% -ной вероятностью происходит образование гелия и трития из ^6Li , что сохраняет ^{14}C . Здесь необходимо учитывать эффект Сцилларда-Чалмерса, так как химические связи белковой молекулы разрушаются, если энергия отдачи ядра не поглощается решеткой белковой молекулы (сравн. с эффектом Мессбауэра).

Таким образом, согласно сечениям захвата, изотоп лития ^6Li предохраняет радиоуглерод. Из ^6Li образуются ^4He и ^3He , точнее, тритий–Т, период полураспада которого $T_{1/2} = 12.26\text{ лет}$ в ^3He , причем излучаются β^- -частицы с энергией 0.01795 МэВ , что вызывает радиолитиз воды. Большая химическая активность трития ведет к замещению атомов водорода Н, например, в белках, утяжеляя их. В результате радиолитиза падает рН. Это обуславливает: 1) окисление (старение) белков, 2) невозможность образования основных белков, таких, например, как гистоны, взаимодействующих с

ДНК. Так в тканях гепатомы эффект Пастера подавляется, рН снижено до 7.0 , но в тканях нормальной печени $\text{pH}=7.4$.

В результате распада трития окончательно разрушаются белки, содержащие тритий, так как образуется изотоп гелия ^3He . Сечение реакции $^3\text{He}(n,g)^4\text{He}$ равно $5500 \pm 300\text{ барн}$, а сечение реакции $^3\text{He}(n,p)\text{T}$ составляет $5400 \pm 200\text{ барн}$, поэтому вновь образуется тритий. Судя по сечениям реакций, более вероятна реакция $^3\text{He}(n,g)^4\text{He}$, однако изотоп ^3He не способен защитить радиоуглерод от нейтронного излучения в полной мере, так как является нейтральным газом, а потому не вступает в химические соединения.

Таким образом, катастрофическое разрушение ^{14}C по формуле (1) предохраняет изотоп легкого лития, что сформулировано нами в виде системы уравнений:



где R – боковая цепь или одновалентный атом, а группа $^{14}\text{COOH}$ может быть заменена на $^{14}\text{COOOH}$. Энергия отдачи ядра считается поглощенной белковой молекулой.

ВЫВОДЫ

Роль лития, а точнее, его изотопа ^6Li , заключается в предохранении радиоуглерода организма от нейтронного излучения и стимуляции выброса серотонина и норадреналина как протектора. Это выражается системой уравнений (3), последовательность реакций которой блокирует катастрофическое разрушение радиоуглерода, описываемое формулой (1). Формула (2) объясняет фотосинтез. Воспалительные процессы в легких, печени и крови вызваны реакцией $^6\text{Li}(n,\alpha)\text{T}$, которая обуславливает наличие эндогенных изотопов гелия в организме.

Серотонинэргическая реакция выработалась из радиозащитной функции организма (от нейтронного излучения) в процессе эволюции, так как первичной является защита организма от облучения. Теперь ясно, что циан, соединяясь с литием, уменьшает концентрацию лития в организме, что, в свою очередь, вызывает выброс серотонина для защиты от излучения и обуславливает страх, так называемую цианоманию. Неосознанный, природный страх является признаком того, что организм подвергается облучению, например, во время солнечных вспышек.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авруцкий Г.Я., Недува А.А. Лечение психических болезней. М.: Медицина, 1981. 496 с.
2. Проблемы миелосупрессии и возможности ее фармакоррекции / Зурдинов А.З., Максutow К.М., Назарбеков И.М. и др. // Изв. НАН Кыргызской Республики. 1998. № 1. С.18-24.
3. Справочник по клинической фармакологии и фармакотерапии / Под ред. Чекмана И. С., Пелешука А.П., Пятака О.А. Киев: Здоровье, 1986. 736 с.
4. Мак-Мюррей У. Обмен веществ у человека. М.: Мир, 1980. 368 с.
5. Василик П.В. К построению модели генерации вспышек на Солнце и их влияние на биосферные процессы / Препр. НАН Украины. Ин-тут кибернетики им. В.М.Глушкова; 94-11. Киев, 1994. 31 с.
6. Тукембаев Ч.А., Валуийский П.П., Давлетбаева Г.Б. Роль фермионов в генетических мутациях // Наука и новые технологии. Бишкек. 1998. № 4. С.153-162.
7. Уильямс Д. Металлы жизни. М.: Мир, 1975. 238 с.
8. Ярмоненко С.П. Радиобиология человека и животных. М.: Высш. шк., 1977. 368 с.
9. Справочник по ядерной физике / Под ред. Арцимовича Л.А. М.: Физматгиз, 1963. 632 с.
10. Гордеев И. В., Кардашев Д. А., Малышев А. В. Ядерно-физические константы. -М.: Госатомиздат, 1963. 508 с.
11. Тукембаев Ч.А., Давлетбаева Г.Б., Валуийский П.П. О роли радиоизотопа ^{40}K в фотосинтезе // Изв. НАН Кыргызской Республики. 1997. № 4. С. 89-95.

* * * * *

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Продолжается подписка на журнал «Аналитика и контроль» на 2000 год. Стоимость подписки на год составляет 280 рублей, **НДС не предусмотрен**. Журнал выходит 4 раза в год. Кроме этого в 2000 году планируется выпустить три дополнительных номера, посвященных отдельным компаниям. Все подписчики журнала получают эти номера бесплатно. Для оформления подписки необходимо перевести вышеуказанную сумму на расчетный счет ООО Редакция журнала «Уральская аналитика и контроль» № 40702810800351000169 в филиале ОАО «Уралпромстройбанк» г.Заречный, кор/счет 30101810500000000832, БИК: 046504832, ИНН: 6609007765.

В графе назначение платежа указать: За подписку на журнал «Аналитика и контроль» на 2000 год.

Журналы высылаются непосредственно редакцией, поэтому убедительная просьба сообщить адрес, по которому они должны поступать.

Адрес редакции: 624051 Свердловская обл., г.Заречный, а/я 237

Счет на оплату можно получить по факсу.

Тел./факс: (34377) 7-41-02, тел.: (34377) 3-98-15